

Warsztaty geomorfologiczne w Tunezji — Holocenne i współczesne przemiany rzeźby

W dniach 15–29.04.2004 r. odbyły się już drugie w Afryce warsztaty geomorfologiczne, zorganizowane przez pracowników Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Patronat nad warsztatami sprawowało Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich.

W warsztatach uczestniczyło 35 osób, reprezentujących różne ośrodki naukowo-badawcze z całej Polski. Wśród uczestników obecni byli członkowie Zarządu Stowarzyszenia Geomorfologów Polskich: prof. dr hab. A. Kostrzewski, prof. dr hab. E. Mycielska-Dowgiałło, prof. dr hab. K. Borówka, prof. dr hab. K. Krzemień oraz dr hab. W. Florek.

Trasa prowadziła z Tunisu do Tabarki na północnym wybrzeżu Tunezji, następnie skręcała na południe i wiodła przez góry Atlas do szottów na północnym przedpołu Wielkiego Ergu, po czym skręcała na wschód, do zatoki Gabes, i wzdłuż wybrzeża zwracała na północ do Tunisu (ryc. 1). Łącznie przejechaliśmy ok. 3 tys. kilometrów. W trakcie podróży od morskiego wybrzeża na północy Tunezji do równiny szottów na południu klimat zmieniał się od wilgotnego, śródziemnomorskiego do suchego i gorącego.

Po drodze prezentowane były liczne stanowiska, w których badania prowadzili: dr I. Tsermegas, dr E. Smolska, dr M. Dłużewski oraz studenci A. Markowska i M. Potocki z Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych, a także dr hab. A. Barczuk z Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego oraz dr L. Dubis z Wydziału Geografii Uniwersytetu Iwana Franka we Lwowie. Nadzór naukowy nad warsztatami sprawowała prof. E. Mycielska-Dowgiałło. Głównym przewodnikiem i organizatorem był dr M. Dłużewski. Gościnnie stanowiska terenowe objaśniali również pracownicy naukowcy uczelni tunezyjskich: prof. Younes Jedoui z Instytutu Geologii Politechniki w Sfaksie oraz dr Dorra Gargouri, reprezentująca Wydział Matematyczno-Przyrodniczy Uniwersytetu w Sfaksie.

Góry Atlas są obszarem o dużej intensywności opadów (do ok. 100 mm/dobę) — roczna suma opadów wynosi 1600 mm. Sprzyja to intensywnym procesom erozji, które tworzą malowniczą rzeźbę terenu, z licznymi rozcięciami erozyjnymi. Szybko rozwijają się tu procesy stokowe (ryc. 2). Stanowią one spore zagrożenie dla infrastruktury drogowej i osadnictwa — niszczą mosty i przejazdy przez cieki. Zmywanie materiału ze zboczy wpływa znacząco na zwię-



Ryc. 2. Góry Atlas — widoczne efekty procesów stokowych
Fot. K. Pochocka-Szwarc



Ryc. 1. Trasa wycieczki (wg przewodnika *Warsztaty geomorfologiczne — Tunezja 2004*)

kszenie ilości materiału transportowanego przez tamtejsze rzeki i powoduje problem zamulania zbiorników retencyjnych. Jeden z takich zbiorników oglądaliśmy w okolicach Ain Draham.

Jadąc przez Atlas Tellski mijaliśmy rozległe plantacje dębu korkowego i zwiedzaliśmy ruiny rzymskich miast — Bulla Regia i Dugga. Oglądaliśmy wspaniale zachowane świątynie, pałace, teatr, domy, ulice, a nawet miejskie toalety, pochodzące z II i III w. naszej ery.

W drodze do Uedu Rmel podziwialiśmy pięknie wykształcone formy krasowe i rdzawe pokrywy laterytowe, kontrastujące z intensywną zielenią porastającą góry. W Uedzie Rmel obserwowaliśmy osady aluwialno-stokowe, akumulowane w czterech cyklach sedymentacyjnych. Ogólne dane geologiczne na temat tego stanowiska przedstawił nam prof. Abdelhamid Ben Ghazi, reprezentujący Wydział Geografii Uniwersytetu w Tunisie. Te cztery cykle sedymentacyjne osadów aluwialno-stokowych rozdzielone są przez cztery poziomy glebowe, widoczne w kilkunastometrowej ścianie uedu. Każdy z nich jest podścielony węglanowym poziomem wmycia. W jednym z nich znaleziono artefakty kultury aszelskiej. Osady odsłaniające się w uedzie nie zostały jeszcze opracowane. Można jedynie przy-

puszczać, że zawierają dane stratygraficzne obejmujące znaczną część plejstocenu. Według prof. Ben Ghazi, płaskowyż, w który wcięty jest Ued Rmel, zbudowany jest z osadów aluwialno-stokowych o miąższości ponad 100 m.

Po drodze do pasma Atlasu Tunezyjskiego zwiedziliśmy stare, muzułmańskie miasto Kairouan, które po Mekce, Medynie i Jerozolimie jest największym świętym miastem wyznawców islamu. W południowej części Atlasu Tunezyjskiego występują złoża fosforytów, odkryte w latach 80. XIX wieku przez geologów francuskich. Są one obecnie największym bogactwem mineralnym Tunezji. Rozległy, kredowo-eoceński basen sedymentacyjny rozciąga się pomiędzy miejscowościami Gafsa na wschodzie i Tamerza na zachodzie (obszar 1 na ryc. 1). Genezę złoża fosforytów, eksploatowanego w kopalni koło Metlaoui, omówiła Teresa Brzezińska-Wójcik z Instytutu Nauk Społecznych Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Sedymentacja fosforytów odbywała się w danie w płytkich, morskich lagunach. Prądy morskie, które przepływały przez lagunę, ułatwiały koncentrację kopolitów i faunistycznych fragmentów kostnych. Skały zawierające fosforyty mają duże zróżnicowanie facjalne; są to zarówno margle, wapienie, jak i zawierające fosforyty otoczaki na wtórnym złożu. Do kopalni dotarliśmy kolejką wąskotorową, poprowadzoną nadzwyczaj malowniczym kanionem, w którym podobno kręcono sceny wielu westernów.

Z Metlaoui nasza trasa wiodła do gór Chemsu na pograniczu z Algierią. Tu zwiedziliśmy górskie oazy Tamerza, Mides i Chebika. Oazy te, położone na wysokości ok. 600 m n.p.m., są doskonałym przykładem rzeźbotwórczej roli wód opadowych, które wyżłobiły wiele wąwozów i kanionów. W XVI wieku założono w nich osady. W 1969 r. mieszkańcy oaz doświadczyli niszczącej działalności potoków błotnych i wody. Wtedy miejscowości te zostały niemal całkowicie zrównane z ziemią.

Następnie wjechaliśmy na obszar szottów, czyli rozległych jezior okresowych (obszar 2 na ryc. 1). Największy z nich, Szott Dżerid, oraz dwa mniejsze szotty, Gharsa i Fejaj, zajmują najniższe położone fragmenty rozległego, równoleżnikowego zapadliska, ciągnącego się ze wschodu na zachód przez środkową Tunezję. Zapadlisko szottów stanowi jednostkę graniczną pomiędzy alpejskimi strukturami fałdowymi Atlasu (od północy) a prekambryjską platformą afrykańską (od południa). Budowę geologiczną tej jednostki oraz charakterystykę Szottu Dżerid przedstawił dr Irena Tsermegas oraz dr Maciej Dłużewski. Powstanie zapadliska związane jest z otwieraniem się w późnym karbonie oceanu Tetydy. Od tego czasu zapadlisko, podobnie jak i cały obszar basenu sedymentacyjnego Atlasu, było wypełniane osadami. Od późnej kredy osady te ulegały powoli deformacjom tektonicznym i zostały ostatecznie sfałdowane w czasie dwóch głównych faz orogenezy alpejskiej — w miocenie oraz na przełomie miocenu i pliocenu.

Na obszarze szottów geolodzy francuscy stwierdzili obecność licznych uskoków — głównie przesuwczych, o kierunkach NW-SE. Największym z nich jest aktywny uskok Gafsy. O jego aktywności świadczą współczesne wstrząsy sejsmiczne (o sile ok. 4 w skali Richtera) i wypływy wód termalnych. Przemieszczenia wzdłuż tych dyslokacji są odpowiedzialne za powstanie obszarów wyniesionych oraz zapadlisk. Istnieje kilka teorii wyjaśniających mechanizm aktywności tektonicznej obszaru zapadliska szottów. Generalnie przyjmuje się, że aktywność ta jest związana

z ruchami alpejskimi, trwającymi od około 70 mln lat. Współcześnie płyta afrykańska przesuwana się względem europejskiej o 1 mm/rok. W wyniku tego procesu w strefie szottów występują powolne ruchy pionowe.

Obecnie powierzchnia Szottu Dżerid położona jest na wysokości ok. 17 m n.p.m. Niecka wypełniona jest: materiałem aluwialnym pochodzącym z południowych stoków Atlasu, osadami eolicznymi i wykształconymi w postaci powłok gipsowych ewaporatami. Miąższość powłok wynosi od 20 do 80 cm. Pokrywy gipsowe mogły powstać 8 tys. lat temu. Niektóre z nich pokrywają osady zawierające stanowiska archeologiczne z mezolitu i mogą pochodzić sprzed 10–11 tys. lat.

Według badaczy tego obszaru, dzisiejsze szotty w swojej postorogenicznej historii dwukrotnie znalazły się w strefie zalewów morskich — na przełomie pliocenu i plejstocenu (Villafranchian) oraz w późnym plejstocenie (Tyrenian II). Badania w rejonie Szottu Dżerid prowadzili pod kierunkiem prof. Mycielskiej-Dowgiało pracownicy i studenci Zakładu Geomorfologii Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW. Na południowych obrzeżach Szottu Dżerid wyniki swoich prac terenowych prezentowała studentka V roku tego wydziału, A. Markowska.

Następnie, jadąc główną i jedyną drogą przez Szott Dżerid, na trasie o długości 250 km obserwowaliśmy barchany, wydmy barchanoidalne oraz formy wymuszonej akumulacji eolicznej — nebkę i pagórki tamaryszkowe. Oglądane przez nas pagórki tamaryszkowe miały wysokość około 1 metra. Tamaryszek jest rośliną doskonale przystosowaną do środowiska. W pionie jego system korzeniowy sięga do 20 m. Korzenie boczne wyrastają od korzenia głównego na dwóch poziomach. Pierwszy z nich znajduje się blisko powierzchni ziemi i czerpie wody opadowe, drugi rozwija się na głębokości występowania wód gruntowych. Część wody czerpanej z poziomu wód gruntowych tamaryszki oddają rosnącym w najbliższym sąsiedztwie roślinom zielnym.

W sąsiedztwie siedzib ludzkich oraz wzdłuż drogi mogliśmy zaobserwować inne formy akumulacji eolicznej — związane z działalnością człowieka zaspy za płotkami palmowymi. Płotki stawiane są w celu wyłapania materiału eolicznego i ograniczenia zasypywania dróg i domów. Powstałe w ten sposób zaspy osiagają wysokość do 10 m.

W SE części szottu oglądaliśmy ostańce eoliczne zwane jardangami. Według badań dr Lidii Dubis, ok. 30 tys. lat temu materiał budujący te ostańce został zdeponowany w podłużnych wydmach o przebiegu południkowym, wymodelowanych przez wiatry z NW i NE. Na skutek podsiąkania wód gruntowych w dolnych partiach wydm postępowała cementacja osadu. Jardangi powstały niedawno, 150–50 lat temu, gdy w wyniku wzmożonej deflacji cały nie scementowany materiał został zerodowany.

Sukcesywne obniżanie się poziomu wód gruntowych w tej części szottu wpływa na nasilenie procesów deflacji, a to ma wpływ na zwiększenie powierzchni pól wydmy. Zagadnienia z tym związane prezentował Mariusz Potocki, student V roku Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych UW. Według niego, w okolicach miejscowości El Faouar i Ghidma zwiększenie ilości akumulowanego materiału spowodowało przekształcenie form barchanoidalnych w barchany.

W obniżeniach szottów znajdują się największe tunezyjskie oazy: Nefta, Tezeour, Kebili i Douz. Są one ważny-

mi ośrodkami turystycznymi Tunezji. Uprawia się w nich tysiące palm daktylowych. Oazy te zasilane są wodą ze źródeł artezyjskich. Eksploatacja wód odbywa się za pomocą głębokich odwiertów. Niestety, gwałtowne obniżanie poziomu tych wód (obecnie występują na głębokości ok. 2 km), związane z ekspansywną gospodarką człowieka, powoduje dosyć szybko postępującą degradację oaz.

W okolicy Douz dr Maciej Dłużewski prezentował wyniki swoich kilkuletnich obserwacji prędkości przesuwania się wydm. Badał niewielkie barchany, o wysokości od 1,5 do 2 m i rozpiętości ramion do 40 m. Na podstawie comiesięcznych pomiarów stwierdził, że wydmy te przemieszczają się w dwóch kierunkach — na E i NE (w okresie wiosennym) oraz na W i SW (w okresie jesiennym). Wypadkowa prędkość przemieszczania wydm wynosi około 80 m/rok w kierunku SW. Ponadto zaobserwował, że przy silnym wietrze, przekraczającym 15 m/s, wydmy przemieszczały się z prędkością do 12 m/d. O dużym tempie przemieszczania tego pola wydmowego świadczy aż trzykrotna zmiana położenia wioski El Aouina koło Douz, miejscowości zasypywanej od około 120 lat. Według M. Dłużewskiego, drobniejsza frakcja i lepsze wysortowanie materiału wydm z okolic Douz sprawiają, że wydmy te przesuwały się z większą prędkością niż podobne formy na innych obszarach gorących pustyń. Badania składu mineralno-petrograficznego osadów wydmowych na południe od Szottu Dżerid wykazują, iż obszarem źródłowym materiału był Wielki Erg Wschodni.

Z Douz udaliśmy się na południowy wschód. Samochodami terenowymi 5 godzin jechaliśmy wzdłuż Wielkiego Ergu Wschodniego do Ksar Ghiliane, cały czas podziwiając mniejsze lub większe pola wydmowe i mijając pasące się stada wielbłądów. Ksar Ghiliane to niewielka oaza, w której występują gorące źródła. Niewątpliwą atrakcją był nocleg w beduińskich namiotach, wśród nocnych odgłosów pustyń i jaszgotu cykad.

Następnie, po przejechaniu hamady (zwirowo-kamienistej pustyni) dotarliśmy do gór Tatouine — krainy Berberów i ksarów (obronnych spichlerzy), budowanych od XIV wieku. Zwiedziliśmy malowniczo położone ksary: Chenini, Douiret i Soltane.

Południowo wschodnia Tunezja to obszar o odmiennej budowie geologicznej i problematyce geomorfologicznej. Występują tam liczne pokrywy lessowe, porożcinane uedami i wąwozami. Bardzo skąpa roślinność oraz rzadkie i gwałtowne opady sprzyjają erozji.

W górach Matmata doskonale widać znaczenie ablacji deszczowej na obszarach półsuchych oraz zależność pomiędzy budową geologiczną a podatnością na erozję. Obszar ten zamieszkały jest przez Berberów, nazywanych troglodytami. Od lat drażą oni swoje domy w lessach (ok. 10 m pod powierzchnią terenu), chroniąc się w ten sposób przed upałem.

W jednym z uedów w okolicy miasta Gabes (obszar 3 na ryc. 1) wyniki swoich badań prezentowała dr Ewa Smolska, która w kwietniu 1995 i 1998 r. przeprowadziła w nim wraz ze studentami kartowanie geomorfologiczne, mające na celu m.in. rejestrację form na dnie wąwozu. Ued ten wcięty jest w pokrywę lessową. Wiek sedymentacji lessów określono metodą TL na ok. 13 do 5,5 tys. lat. Według E. Smolskiej lessy okolic Gabes zawierają sporo węglanów, przez co są mocno scementowane. Wąwozy wyżłobio-

ne w tych lessach są formami bardziej stabilnymi niż te z obszaru Polski.

Dalej trasa prowadziła na północ wzdłuż zatoki Gabes. W miejscowości Sfaks odwiedziliśmy Wyższą Szkołę Inżynierską, w której wykładana jest geologia stosowana i podstawowa.

Na południe od Sfaksu, w delcie Uedu Chaffar dr Dorra Gargouri przedstawiła nam problemy związane z akumulacją dwóch piaszczystych mierzei (pkt. 4 na ryc. 1). Obszar ten podlega szybkim przeobrażeniom. Akumulacja mierzei rozpoczęła się pod koniec XIX wieku i jest monitorowana od 1963 r. Według badań D. Gargoui, mierzeje wydłużają się o około 40 m/rok. Powstają za sprawą dwóch przybrzeżnych prądów o przeciwnych względem siebie kierunkach. Udział materiału terygenicznego z uedu jest nieznaczący. Aby zatrzymać wody wypływające z uedu i zasilić tym sposobem poziom wód gruntowych, planowana jest budowa zapory.

Jadąc dalej na północ, zwiedziliśmy El Dżem — miejscowość, w której znajduje się największe w Afryce rzymskie koloseum. Budowla ta mogła pomieścić ok. 30 tys. osób. Została zbudowana w II w. n.e. Sprawia imponujące wrażenie.

Kolejnym przystankiem w naszej drodze powrotnej do Tunisu było Sousse — miasto założone przez Rzymian, obecnie jeden z największych kurortów w Tunezji. Nieopodal Sousse, w niewielkiej miejscowości Hergla (pkt. 5 na ryc. 1), profesor Younes Jedoui z Instytutu Geologii Politechniki w Sfaksie prezentował stanowisko morskich osadów plejstoceny. Osady te są wykształcone w postaci dwóch formacji, dolnej — kwarcowej i górnej — węglanowej, rozdzielonych powierzchnią erozyjną. Formacje te odpowiadają akumulacji w czasie progradacji brzegu w środowisku wód słodkich. Położenie tych osadów wskazuje, że poziom wody był znacznie wyższy od współczesnego. Analiza U/Tr muszli ostrzyg pobranych z tych osadów wykazała, że osady te powstały w czasie interglacjału eemskiego. Odślaniające się w klifie dwie facje osadów odpowiadają dwóm różnym okresom sedymentacji, co świadczy o występowaniu co najmniej dwóch maksimów eustatycznych, rozdzielonych okresem recesji. Zróznicowanie petrograficzne tych facji (obserwowane również w innych punktach wybrzeża Tunezji), zgodne z wynikami badań osadów morskich, wskazuje na występowanie istotnych zmian klimatycznych i hydrologicznych w czasie interglacjału eemskiego. Interesująca może być próba korelacji tych zdarzeń z zapisem palinologicznym w eemskich stanowiskach, np. na obszarze Polski.

Z Sousse jechaliśmy w stronę Tunisu wzdłuż doskonale zachowanego rzymskiego akweduktu. Na zakończenie naszego objazdu po Tunezji odwiedziliśmy Uniwersytet Tunezyjski w Tunisie. Na Wydziale Geografii rozmawialiśmy m.in. z prof. M.K. Karrayem, zajmującym się kartowaniem geologicznym. Mogliśmy obejrzeć mapy geologiczne Tunezji w skali 1 : 50 000. Była to doskonała możliwość do wymiany spostrzeżeń, doświadczeń i nawiązania kontaktów.

Po zwiedzeniu ruin Kartaginy spędziliśmy ostatni wieczór pod niebem Afryki i odlecieliśmy do Polski.

*Katarzyna Pochocka-Szwarc
Serwis fotograficzny na str. 87*

Warsztaty geomorfologiczne w Tunezji
pt. *Holocenne i współczesne przemiany rzeźby* (patrz str. 16)



Ryc. 3. Atlas Tunezyjski — droga do kopalni fosforytów k. Metlaoui. Ryc. 3 i 5 fot. W. Morawski



Ryc. 4. Szott Dżerid — wspinaczka na nasyp drogi. Ryc. 4, 6 i 7 fot. K. Pochocka-Szwarc



Ryc. 5. Pole jardangów na południowym brzegu Szottu Dżerid



Ryc. 6. Wydrążone w lessie domostwa Berberów — okolice Matmaty



Ryc. 7. Na pierwszym planie nebka (wymuszona forma akumulacji eolicznej) i białe powłoki gipsowe; w tle ostańce po wydmach kopalnych — południowy brzeg Szottu Dżerid